

STUDI PERENCANAAN TUBUH EMBUNG KEMIRIGEDE KABUPATEN BLITAR

Nafingatin Mafiatul Masfufah¹⁾, Eko Noerhayati²⁾, Azizah Rachmawati³⁾

1) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : naffie29@gmail.com

2) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : eko.noerhayati@unisma.ac.id

3) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

Jalan Mayjen Haryono 193 Malang 65144 Jawa Timur, Telp. (0341) 551932, Faks. (0341) 552249

ABSTRAK

Embung Kemirigede terletak di Desa Kemirigede Kecamatan Kesamben Kabupaten Blitar. Permasalahan air baku dan air irigasi di daerah Kemirigede adalah adanya ketidaksesuaian pasokan air pada saat musim penghujan dan musim kemarau. Dikarenakan pada saat musim penghujan daerah ini mengalami kelebihan air dan sebaliknya saat musim kemarau mengalami kekurangan air. Maka pembangunan embung menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi masalah yang terjadi sebagai sarana untuk menampung air pada saat musim penghujan dan akan mendistribusikan pada saat musim kemarau.

Untuk metode-metode yang digunakan dalam perencanaan meliputi : analisa hidrologi, analisa kapasitas tampungan, serta analisa hidrolika. Dari perhitungan diperoleh debit rancangan dengan menggunakan metode hidrograf Nakayasu periode ulang 50 tahun sebesar $26,487 \text{ m}^3/\text{detik}$, kapasitas total embung sebesar 45253 m^3 . Dimensi tubuh embung dengan lebar mercu 5m, tinggi embung 11m, lebar dasar embung 49m, dengan kemiringan hulu 1 : 3 dan kemiringan hilir 1 : 2,5, elevasi puncak embung berada pada +428, sedangkan elevasi dasar berada pada +417. Dari hasil perhitungan analisa stabilitas tubuh embung dinyatakan bahwa bangunan tergolong aman

Kata Kunci : Embung, Perencanaan, Dimensi Tubuh

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya. (Arsyad, 1989). Menurut Suripin (2002), pada tahun 2000 dengan jumlah penduduk dunia sebesar 6,121 milyar diperlukan air bersih sebanyak 367 km^3 per hari, maka pada tahun 2025 diperlukan air bersih sebanyak 492 km^3 per hari, dan pada tahun 2100 diperlukan air bersih sebanyak 611 km^3 per hari.

Pemerintah Indonesia secara aktif melakukan pengembangan SDA di berbagai sektor demi kesejahteraan hidup masyarakat, salah satu diantaranya adalah pengembangan sektor pengairan. Di dalam Rencana Program Jangka Panjang, tujuan pembangunan bidang pengairan adalah untuk memenuhi dan meningkatkan kebutuhan pangan sendiri, pengendalian banjir, pengembangan dan konservasi sumberdaya air untuk keperluan irigasi dan pemenuhan air baku bagi masyarakat. Dalam mendukung program pengembangan dan konservasi sumber air, Pemerintah melalui Departemen Pekerjaan Umum dan Balai-Balai Wilayah Sungai mengadakan studi pengembangan dan melaksanakan program pembangunan dan rehabilitasi fasilitas-fasilitas sumber air yang ada untuk pelestarian keberadaannya (Masrevaniah, Aniek 2010).

Lokasi perencanaan pembangunan Embung Kemirigede terletak di Desa Kemirigede Kecamatan Kesamben Kabupaten Blitar. Kabupaten Blitar merupakan bagian dari Provinsi Jawa Timur yang terletak pada koordinat $112^{\circ}0'0''$ - 112° Bujur Timur dan $8^{\circ}9'0''$ Lintang Utara - $8^{\circ}15'0''$ Lintang Selatan. Kabupaten Blitar mempunyai ketinggian ± 167 meter dengan

keadaan topografi sangat bervariasi, yaitu mulai dari daratan, bergelombang hingga berbukit. Seperti halnya daerah lain di Indonesia, kabupaten Blitar memiliki iklim tropis yang ditandai dengan adanya dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Musim kemarau atau panas berlangsung antara bulan Mei-september. Musim penghujan berlangsung antara bulan November – April.

Dari studi ini diharapkan dapat merencanakan embung yang secara teknis layak untuk dibangun sesuai dengan tujuannya untuk memenuhi kebutuhan air baku dan irigasi di wilayah Desa Kemirigede, Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar. Sehingga taraf hidup masyarakat di sekitar daerah tersebut dapat meningkat.

Rumusan Masalah

- Berapa besar debit rancangan yang digunakan?
- Berapa besar kapasitas tampungan embung?
- Berapa besar dimensi tubuh embung?
- Bagaimana stabilitas tubuh embung terhadap gaya-gaya yang bekerja pada embung?

Tujuan penelitian

Tujuan dari studi Perencanaan Tubuh embung kemirigede Kabupaten Blitar adalah :

1. Mengetahui debit rancangan.
2. Menentukan besarnya kapasitas tampungan embung.
3. Untuk mengetahui dimensi tubuh embung yang secara teknis layak untuk dibangun.
4. Untuk mengetahui stabilitas tubuh embung.

TINJAUAN PUSTAKA

Curah Hujan Rancangan

Menurut Sri Harto Br. Dalam bukunya *Analisis Hidrologi* (1993:244) dalam pengujian data hujan dan debit di Pulau Jawa ditemukan bahwa distribusi Gumbel hanya sesuai dengan 7% kasus, demikian pula untuk Distribusi Normal bahwa sangat jarang dijumpai data yang sesuai dengan Distribusi Normal sedangkan 90% lainnya ternyata mengikuti Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Person Type III.

Tabel 1. Syarat Pemilihan Metode Frekuensi

Distribusi	Syarat
Normal	$C_s \approx 0, C_k \approx 3$
Log normal	$C_s = 3 C_v$
Gumbel	$C_{ss} = 1.14, C_k = 5.4$
Log person III	Selain nilai diatas

(sumber: Triatmodjo, Bambang 2008)

Analisa Debit Banjir Rancangan

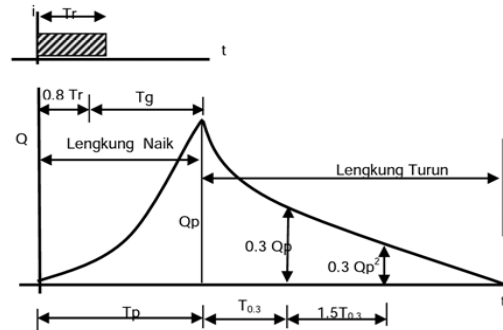
Debitebanjir digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar. Perhitungan banjir rencana pada Embung Kemirigede di hitung dengan menggunakan unit hidrograf metode Nakayasu.

$$Q_p = \frac{CAR_0}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (1)$$

Dimana :

- Q_p = debit puncak banjir (m^3/det)
- C = koefisien pengaliran
- A = luas daerah aliran sungai (km^2)
- R_0 = hujan satuan, 1 mm

- T_p = waktu puncak (jam)
 $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak menjadi 30% dari debit puncak (jam)
 T_r = satuan waktu hujan
 T_g = waktu konsentrasi (jam), ditentukan berdasarkan L



Gambar 1. Hidrograf Satuan Metode Nakayasu
(Sumber :Triatmodjo,Bambang 2008)

Analisa Tampungungan

Volume tampungan embung dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :
(Soedibyo, 1988)

$$V_n = \frac{1}{3} \times \Delta h \times (F_{n-1} + F_n + \sqrt{F_{n-1} \times F_n}) \quad (2)$$

Dimana :

- V_n = volume genangan pada elevasi ke-n
 Δh = perbedaan tinggi antara dua kontur/elevasi
 F_{n-1} = luas genangan sebelum elevasi ke-n
 F_n = luas genangan pada elevasi ke-n

Perencanaan Tubuh Embung

1. Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah perbedaan antara elevasi permukaan maksimum rencana air dalam waduk dan elevasi mercu embung. Elevasi permukaan air maksimum rencana biasanya merupakan elevasi banjir rencana waduk (Sosrodarsono dan Takeda, 1989). Dengan persamaan rumus sebagai berikut (Sosrodarsono dan Takeda, 1989) :

$$H_r \geq \Delta h + \left(h_w \text{ atau } \frac{h_e}{2} \right) + h_a + h_i$$

Dimana :

- h_f = tinggi jagaan
 Δh = tinggi kemungkinan kenaikan muka air waduk yang terjadi akibat timbulnya banjir abnormal
 h_w = tinggi ombak akibat tiupan angin
 h_a = tinggi kemungkinan kenaikan permukaan air waduk, apabila terjadi kemacetan-kemacetan pada pintu pelimpah

2. Tinggi Embung

Tinggi tubuh embung dapat dicari dengan persamaan berikut ini (Soedibyo, 1993) :

$$H_d = H_k + H_b + H_f + 0,25 \quad (3)$$

Dimana :

- H_d = tinggi tubuh embung desain (m)
 H_k = tinggi muka air kolam pada kondisi penuh (m)
 H_b = tinggi tampungan banjir (m)
 H_f = tinggi jagaan (m)

3. Lebar Mercu Embung

Untuk memperoleh lebar mercu embung digunakan rumus sebagai berikut (Sosrodarsono dan Takeda, 1989) :

$$b = 3,6H^{\frac{1}{3}} - 3 \quad (4)$$

Dimana :

b = lebar puncak (meter)

H = tinggi bendungan (meter)

Stabilitas Tubuh Embung

Menurut Soedibyo (1993) factor keamanan kemungkinan terjadinya longsoran dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

1. Pada saat gempa ($S_f = 1,5$)

$$S_f = \frac{\sum(C.L + (N - U - N_e) \tan \theta)}{\sum(T + T_e)} \quad (5)$$

2. Pada saat normal ($S_f = 1,2$)

$$S_f = \frac{\sum(C.L + (N - U) \tan \theta)}{\sum T} \quad (6)$$

Dimana :

S_f = faktor keamanan

N = beban komponen vertikal yang timbul dari setiap irisan bidang lurus
($= \gamma \cdot A \cdot \cos \alpha$)

T = beban komponen tangensial yang timbul dari berat setiap irisan bidang lurus
($= \gamma \cdot A \cdot \sin \alpha$)

U = tekanan air pori yang bekerja pada setiap irisan bidang lurus

N_e = komponen vertikal beban seismis yang bekerja pada setiap irisan bidang lurus
($= e \cdot \gamma \cdot A \cdot \sin \alpha$)

T_e = komponen tangensial beban seismis yang bekerja pada setiap irisan bidang lurus
($= e \cdot \gamma \cdot A \cdot \cos \alpha$)

θ = sudut gesekan dalam bahan yang membentuk dasar setiap irisan bidang lurus

C = angka kohesi bahan yang membentuk dasar setiap irisan bidang lurus

METODOLOGI PENELITIAN

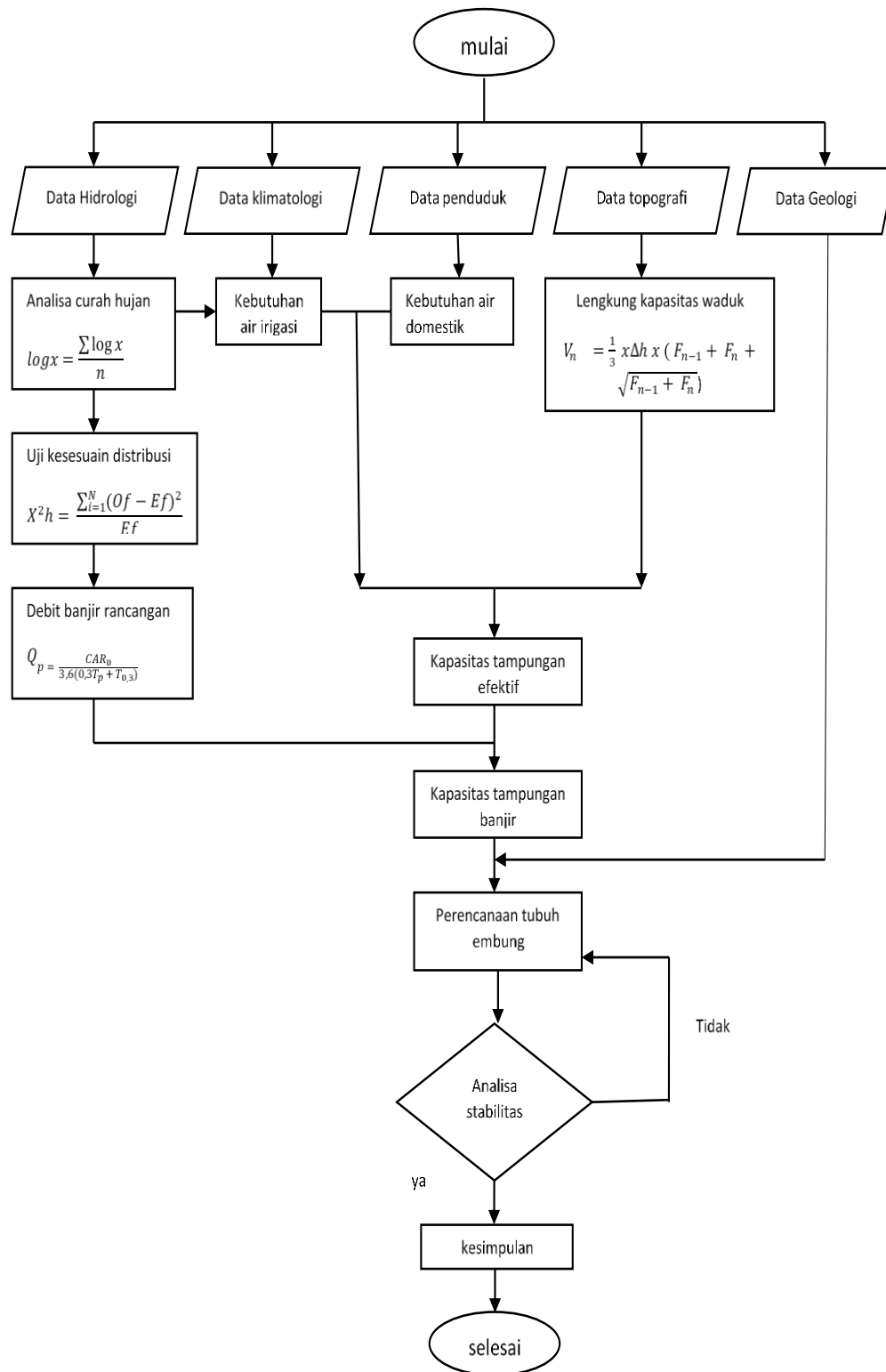
Pada tahap ini peran instansi terkait sangat diperlukan sebagai pendukung untuk memperoleh data yang dibutuhkan. Selain mendapatkan data dari instansi terkait diperlukan pengumpulan data yang dilakukan secara langsung yaitu penelitian lapangan untuk mengetahui keadaan pembangunannya. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Pada studi ini lebih banyak mengacu atau dipengaruhi oleh data sekunder.

Data-data yang diperlukan untuk perencanaan tubuh embung adalah sebagai berikut :

1. Data hidrologi : Data curah hujan 10 tahun terakhir
2. Data topografi : Peta lokasi dan peta topografi
3. Data klimatologi : Data evaporasi
4. Data geologi : Kontur tanah dan jenis-jenis tanah
5. Data penduduk : Data jumlah penduduk

Secara umum, studi perencanaan tubuh embung kemirigede yang akan dilaksanakan meliputi perhitungan, analisa dan desain seperti pada **Gambar 1**

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Embung Kemirigede Kabupaten Blitar

PEMBAHASAN

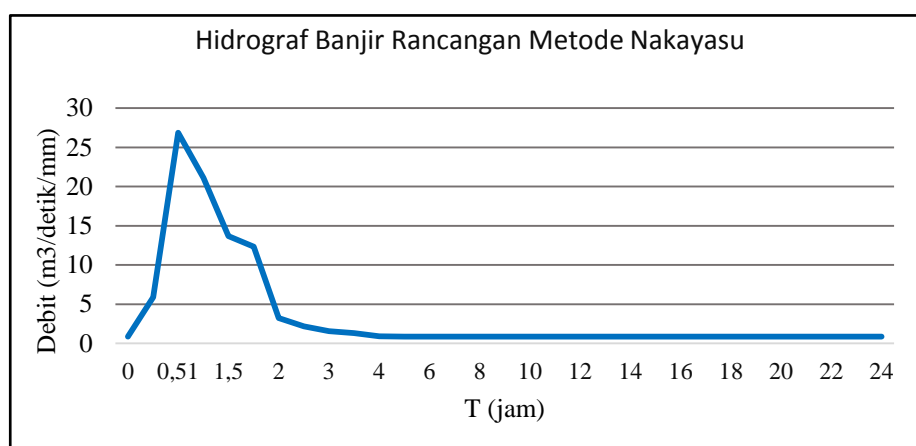
Analisa Curah Hujan Rancangan

Tabel 2. Curah Hujan Rancangan Metode Log Person III

Periode ulang (tahun)	Peluang (%)	Cs	K	S	Log \bar{x}	Log X_T	Anti Log X_T (mm/hari)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
2	50	-0,3	0,05	0,111	1,931	1,937	86,447
5	20	-0,3	0,83	0,111	1,931	2,023	105,428
10	10	-0,3	1,245	0,111	1,931	2,069	117,171
25	4	-0,3	1,643	0,111	1,931	2,113	129,660
50	2	-0,3	1,89	0,111	1,931	2,140	138,072
100	1	-0,3	2,104	0,111	1,931	2,164	145,8

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisa Debit Banjir Rancangan



Gambar 2. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu

Sumber : Hasil Penggambaran

Keterangan :

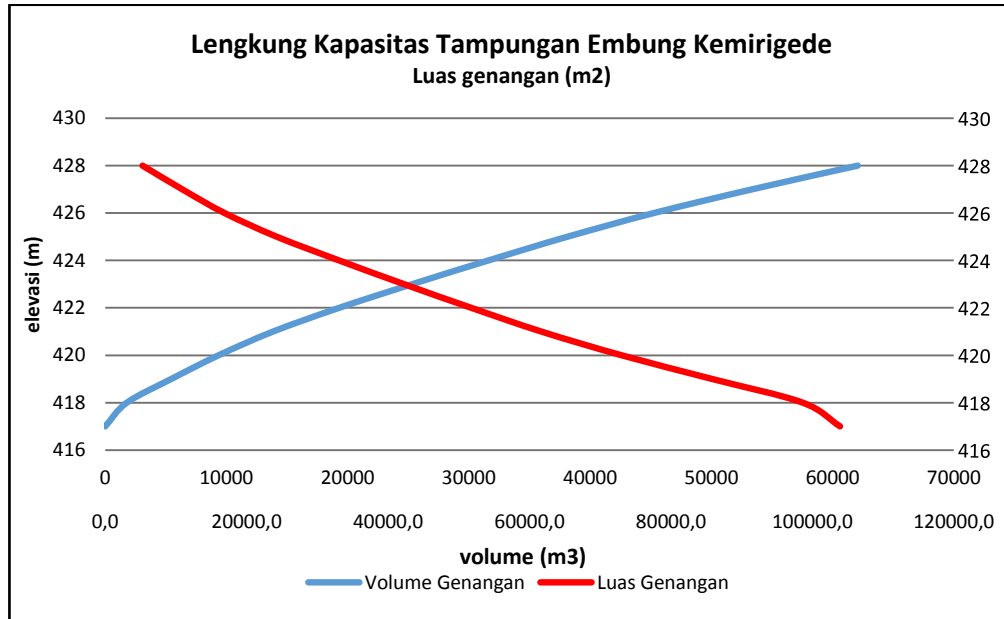
Hasil gambar 2. diatas menunjukkan adanya grafik hubungan antara hasil debit banjir rancangan dengan lamanya waktu hujan. Terdapat juga hubungan antara luas Das, panjang sungai, dan besaran debit puncak. Debit mulai naik di jam 0,1 dan mencapai puncak di jam 0,5 dengan nilai Q sebanyak 26,847 m³/detik, turun di jam 1,5 dan mulai stabil di jam ke 7 dengan nilai yang sama yaitu 0,87 m³/detik.

Analisa Tampang

Tabel 3. Tampang Embung

No	Elevasi (m)	luas Genangan(m ²)	Volume Genangan(m ³)	Volume Kumulatif(m ³)
1	417	0	0	0
2	418	5277,42	1783,4	1783,4
3	419	5625,77	3669,2	5452,6
4	420	5975,49	3903,0	9355,5
5	421	7390,74	4493,9	13849,5
6	422	8809,62	5442,5	19292,0
7	423	9168,34	6037,3	25329,4
8	424	9528,06	6277,7	31607,1
9	425	9888,78	6518,7	38125,8
10	426	11347,42	7127,3	45253,1
11	427	12809,87	8104,2	53357,4
12	428	13179,14	8716,7	62074,1

Sumber :Hasil Perhitungan



Gambar 3. Lengkung Kapasitas Embung

Sumber : Hasil Penggambaran

Keterangan :

Gambar 3. merupakan hasil dari penggambaran kurva lengkung kapasitas embung kemirigede. Berdasarkan kurva lengkung kapasitas embung tersebut, titik perpotongan antara volume genangan dan luas genangan berada pada elevasi +422,5 m, kapasitas tampungan embung maksimum berada pada elevasi +428 m dengan volume sebesar 62.074,1 m³ dengan luas genangan 13.179,14 m². Dasar embung berada di elevasi +417 m, sehingga kedalaman embung adalah 11 m.

- Dengan elevasi dasar embung terletak pada elevasi +417 sesuai dengan batasan tinggi embung maksimum yang diperbolehkan adalah 15 m untuk tipe urugan maka, elevasi puncak embung terletak pada +428 m. Selanjutnya dalam menentukan elevasi crest pelimpah embung berdasarkan topografi ditentukan sebagai berikut :

1. Elevasi tertinggi (berdasarkan kontur) = +428 m (puncak tertinggi embung)
2. Penurunan puncak embung = 2 m (kebutuhan tinggi muka air banjir, jagaan, dan penurunan)
3. Elevasi crest pelimpah = +428 – 2 m = +426 m
4. Kapasitas tampungan efektif
 = kapasitas tampungan desain – volume tampungan mati
 = 45253,1 - 9355,5
 = 35897,6 m³

Perencanaan Tubuh Embung

1. Tinggi Tubuh Embung

Tinggi tubuh embung ditentukan sesuai dengan standart teknis dengan persamaan sebagai berikut :

$$H_d = H_k + H_b + H_f + 0,25$$

Dimana :

Hd = tinggi tubuh embung desain (m)

Hk = tinggi muka air kolam pada kondisi penuh (= +426)

Hb = tinggi tampungan banjir (1,048)

Hf = tinggi jagaan

Angka 0,25 merupakan angka untuk antisipasi terhadap penurunan tubuh embung.

$$Hd = 426 + 1,048 + 0,5 + 0,25$$

$$= 427,798 \text{ m} \sim 428 \text{ m}$$

Sehingga elevasi puncak tubuh embung yang direncanakan +428,00

Sehingga tinggi tubuh embung adalah sebagai berikut :

$$H = (\text{elevasi puncak embung} - \text{elevasi dasar embung})$$

$$= +428,00 - +417,00 = 11 \text{ m}$$

2. Lebar Mercu Embung

Untuk mengetahui lebar embung digunakan rumus sebagai berikut :

$$B = 3,60 (H)^{1/3} - 3,00$$

Dimana :

B = lebar puncak (m)

H = tinggi embung (=11 m)

$$B = 3,60 (11)^{1/3} - 3,00$$

$$= 5,006 \sim 5 \text{ m}$$

Analisa Stabilitas Tubuh Embung

Data teknis :

1. Tinggi embung = 11 meter
2. Lebar mercu embung = 5 meter
3. Kemiringan hulu = 3
4. Kemiringan hilir = 2,5
5. Elevasi Air Embung = +426 meter
6. Tinggi air = 9 meter

Berikut ini adalah sifat tanah bahan timbunan :

Bahan : lanau lempungan

$$C : 1,015 \text{ t/m}^2$$

$$\theta : 15,5^\circ$$

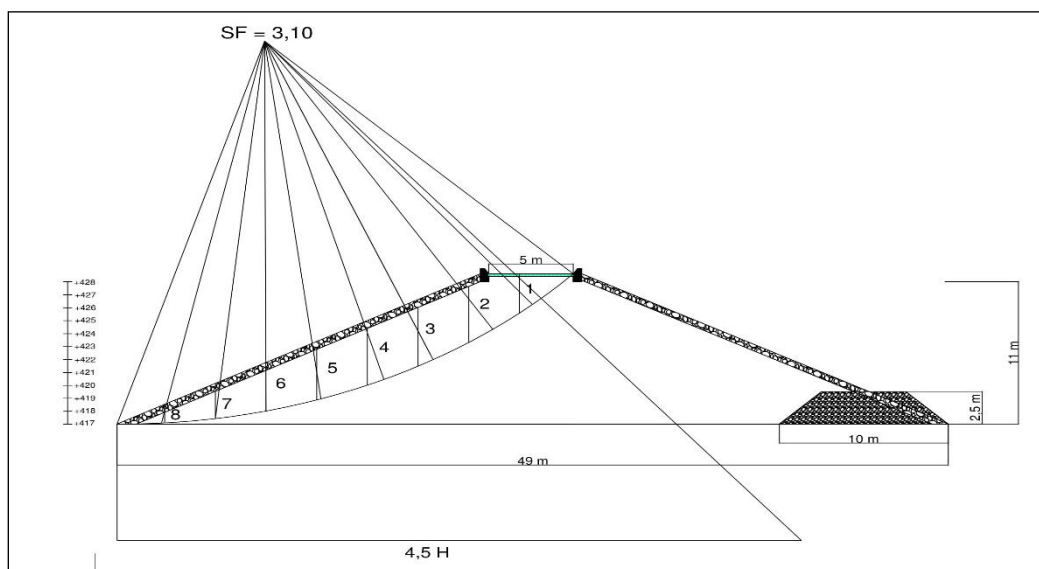
$$\gamma_d : 1,69 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma : 1,74 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} : 1,131 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sub}} : 0,609 \text{ t/m}^3$$

γ_w : 1 t/m³



Gambar 4. Stabilitas Lereng Tubuh Embung Bagian Hulu Saat Kosong Keadaan Tanpa Gempa

Sumber : Hasil Penggambaran

Tabel 4. Stabilitas Lereng Tubuh Embung Bagian Hulu Saat Kosong Keadaan Tanpa Gempa

Irisan	A	γ	W	α	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	T	N	ϕ	$\tan \phi$	N.tan ϕ	I	C.I	SF
	(m ²)	(t/m ³)	(t/m)				t/m	t/m					(t/m)	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	
1	21,48	1,74	37,37	38	0,62	0,79	23,02	29,45	15,5	0,277	8,16	3,81	14,71	3,10
2	23,80	1,74	41,41	31	0,15	0,86	6,25	35,49	15,5	0,277	9,83	3,50	12,44	
3	39,18	1,74	68,17	22	0,38	0,93	25,56	63,19	15,5	0,277	17,50	3,24	10,63	
4	35,93	1,74	62,52	15	0,26	0,97	16,19	60,39	15,5	0,277	16,73	3,11	9,79	
5	48,62	1,74	84,60	7	0,12	0,99	10,32	84,01	15,5	0,277	23,27	3,02	9,26	
6	44,78	1,74	77,91	0	0,00	1,00	0,00	77,91	15,5	0,277	21,58	3,00	9,14	
7	42,86	1,74	74,57	6	0,11	1,00	7,83	74,19	15,5	0,277	20,55	3,02	9,23	
8	46,35	1,74	80,65	-12	-0,21	0,98	-16,94	78,87	15,5	0,277	21,85	3,07	9,55	
Jumlah							72,95				139,47		84,75	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. Analisis Stabilitas Lereng Embung Berbagai Macam Kondisi

Kondisi	Hulu embung		Hilir embung	
	Normal	Gempa	Normal	Gempa
Kosong	3,10	2,97	3,10	2,97
Muka air normal	3,66	3,48	5,28	5,06
Muka air banjir	3,59	3,41	-	-

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil analisa stabilitas lereng, lereng dinyatakan aman karena telah memenuhi persyaratan nilai angka keamanan > 1,5 pada saat kondisi tanpa gempa dan > 1,2 pada saat kondisi normal

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari perhitungan, mulai dari analisa hidrologi hingga analisa hidrolika, serta analisa kestabilannya, maka diperoleh hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan debit rancangan menggunakan metode hidrograf Nakayasu dan diperoleh hasil debit rancangan periode ulang 50 tahun sebesar $26,487 \text{ m}^3/\text{detik}$
2. Kapasitas tampungan mati embung Kemirigede sebesar $9355,5 \text{ m}^3$, dan kapasitas tampungan efektif sebesar $35897,5 \text{ m}^3$. Sehingga kapasitas total embung sebesar 45253 m^3 .
3. Dimensi tubuh embung :
 - Lebar mercu embung = 5m
 - Tinggi embung = 11m
 - Lebar dasar embung = 49 m
 - Elevasi mercu embung = +428
 - Elevasi dasar embung = +417
 - Kemiringan lereng hulu = 1 : 3
 - Kemiringan lereng hilir = 1 : 2,5
4. Hasil analisa Stabilitas Lereng embung Kemirigede adalah sebagai berikut :
 - Bagian hulu saat kondisi kosong keadaan normal = $3,10 \geq 1,2$ (Aman)
 - Bagian hulu saat kondisi kosong keadaan gempa = $2,97 \geq 1,5$ (Aman)
 - Bagian hulu saat NWL keadaan normal = $3,66 \geq 1,2$ (Aman)
 - Bagian hulu saat NWL keadaan gempa = $3,48 \geq 1,5$ (Aman)
 - Bagian hulu saat FWL keadaan normal = $3,59 \geq 1,2$ (Aman)
 - Bagian hulu saat FWL keadaan gempa = $3,41 \geq 1,5$ (Aman)
 - Bagian hilir saat kondisi kosong keadaan normal = $3,10 \geq 1,2$ (Aman)
 - Bagian hilir saat kondisi kosong keadaan gempa = $2,97 \geq 1,5$ (Aman)
 - Bagian hilir saat NWL keadaan normal = $5,28 \geq 1,2$ (Aman)
 - Bagian hilir saat NWL keadaan gempa = $5,06 \geq 1,5$ (Aman)

Saran

1. Dari studi yang dilakukan pada perencanaan tubuh embung Kemirigede, maka penulis menyarankan agar pada perhitungan debit rancangan selanjutnya dilakukan perhitungan ulang dengan metode lain selain metode Nakayasu agar memperoleh hasil perhitungan yang dapat dijadikan perbandingan dengan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Nakayasu.
2. Dalam perencanaan selanjutnya perlu adanya perhitungan besar tampungan sedimen karena pada perencanaan ini penulis tidak menghitung perencanaan tampungan sedimen dan hanya memasukan nilai tampungan sedimen dari data yang sudah ada.
3. Untuk perencanaan selanjutnya, diharapkan untuk menghitung rencana anggaran biaya (RAB).
4. Penggunaan tinjauan pustaka sebisa mungkin dimaksimalkan untuk menambah wawasan dan mempermudah dalam pengerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : Institut Pertanian Bogor

Masrevaniah, Aniek. 2010. *Konstruksi Bendungan Urugan*. Malang : CV.Asrori

Soedibyo. 1993. *Teknik Bendungan*. Jakarta : Paradnya Paramita

Soedibyo. 1988. *Teknik Bendungan*. Jakarta : Paradnya Paramita

Sosrodarsono, Suyono. Kensaku Takeda. 1989. *Bendungan Type Urugan*. Jakarta : Paradnya Paramita

Sri, Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : PT. Gramedia

Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Bandung : Badan Penerbit Pekerjaan Umum

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset